



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0062413
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 09월 06일
Date of Application SEP 06, 2003

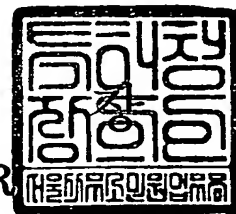
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Inst



2004 년 01 월 19 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2003.09.06
【발명의 명칭】	센서 및 그 제조 방법
【발명의 영문명칭】	SENSOR AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	신영무
【대리인코드】	9-1998-000265-6
【포괄위임등록번호】	2001-032061-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	하승철
【성명의 영문표기】	HA,Seung Chul
【주민등록번호】	740413-1235113
【우편번호】	442-400
【주소】	경기도 수원시 팔달구 망포동 LG빌리지 206동 302호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김용신
【성명의 영문표기】	KIM,Yong Shin
【주민등록번호】	691128-1621637
【우편번호】	305-720
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 두레아파트 103-1002
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	양윤석
【성명의 영문표기】	YANG,Yoon Seok
【주민등록번호】	720609-1074311

【우편번호】	463-010
【주소】	경기도 성남시 분당구 정자동 69-4
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김용준
【성명의 영문표기】	KIM,Young Jun
【주민등록번호】	621030-1009616
【우편번호】	305-390
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 206-1104
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	양해식
【성명의 영문표기】	YANG,Hae Sik
【주민등록번호】	690722-1574911
【우편번호】	302-777
【주소】	대전광역시 서구 둔산2동 샘머리아파트 202-1304
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김윤태
【성명의 영문표기】	KIM,Yun Tae
【주민등록번호】	570415-1067426
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 한울아파트 110-106
【국적】	KR
【공지예외적용대상증명서류의 내용】	
【공개형태】	학술단체 서면발표
【공개일자】	2003.05.15
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 신영무 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	3 면 3,000 원



1020030062413

출력 일자: 2004/1/20

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	10	항	429,000	원
【합계】	461,000			원
【감면사유】	정부출연연구기관			
【감면후 수수료】	230,500			원
【기술이전】				
【기술양도】	희망			
【실시권 허여】	희망			
【기술지도】	희망			
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통			

【요약서】**【요약】**

본 발명은 센서 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명은 센서 물질을 담을 수 있는 우물(well)이 형성된 반도체 기판과 센서 물질의 전기적 변화를 측정하기 위한 전극, 멤브레인(membrane) 그리고 가열기로 이루어진 센서 및 그 제조 방법으로 다음과 같은 것이다. 기판(substrate) 위에 전극과 멤브레인 그리고 가열기를 순서 대로 형성한 후 기판의 반대면에 이방성 습식각을 이용하여 실리콘을 제거하여 줌으로써 전극 위에 우물을 형성시킨다. 이때 생성된 우물들은 용매(solvent)에 녹여진 다양한 센서 물질(sensor material)들을 각각의 전극 위에 증착 시 널리 퍼지지 못하게 하여 작은 크기로 센서 어레이를 집적화 할 수 있을 뿐 아니라 멤브레인 구조를 지니고 있어 열손실이 작아 센서막을 저전력으로 원하는 온도에서 유지시켜 줄 수 있다.

【대표도】

도 3

【색인어】

센서 어레이(sensor array), 전자코(electronic nose), 마이크로 히터(microheater), 멤브레인(membrane), 이방성 습식식각(anisotropic wet etching), 우물(well)

【명세서】**【발명의 명칭】**

센서 및 그 제조 방법 {SENSOR AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME}

【도면의 간단한 설명】

도 1 및 2는 종래 기술에 의하여 제작된 센서 어레이 및 센서의 사진들이다.

도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 센서의 개략적인 단면도이다.

도 4 및 5는 각각 본 발명의 제 1 실시예에 따른 센서를 어레이로 구성한 경우의 개략적인 단면도 및 입면도이다.

도 6 내지 15는 센서의 제조 공정의 단면도를 순서대로 나타낸 것이다.

도 16은 실리콘 기판에 센서의 어레이를 제조한 후 기판의 일면의 사진이다.

도 17는 실리콘 기판에 센서의 어레이를 제조한 후 기판의 타면의 사진이다.

도 18는 실리콘 기판 위에 제조된 센서의 어레이를 잘라서 만들어낸 센서 어레이 칩의 사진이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<8> 본 발명은 센서 및 그 제조 방법에 관한 발명이다. 특히 우물이 형성된 센서 및 그 제조 방법에 관한 발명이다.

<9> 다양한 화학가스를 모니터링하고 감지하는 능력은 여러 분야에서 요구되고 있다. 예를 들어 감지 능력은 환경 모니터링에 있어 인체에 해로운 가스의 유출을 감지하는 분야 또는 산

업체에서 음식이나 향수제조 공정들을 컨트롤 하고 품질을 유지하는 분야에서 중요하게 요구된다. 더불어 최근에는 인체의 호흡을 감지하여 질병의 유무를 판단하는 분야까지 그 응용 범위를 넓히려는 노력이 시도되고 있다. 전자코(electronic nose) 라는 개념이 가드너(Gardner)에 의해 도입되면서 센서에 대한 개발이 더욱 활발하게 되었다. 상기한 가드너의 전자코 개념은 "Gardner, J. W. and Bartlett, P. N. Electronic Noses: Principles and Applications, Oxford University Press Inc., New York, NY 1999, 3."에 잘 드러나 있다.

<10> 센서는 사용되어지는 센서 물질로 분류되어질 수 있다. 이에 따르면, 가장 먼저 개발된 가스 크로마토그래프 - 질량 분광계(Gas chromatograph-mass spectrometer)와 금속산화물 가스 센서(metal oxide gas sensor), 표면 탄성과 가스 센서(surface acoustic wave gas sensor) 및 절연체와 전도체의 혼합물 가스센서 등으로 나눌 수 있다. 이중 절연체와 전도체의 혼합물 가스센서는 일반적으로 절연체와 전도체 혼합물을 용매에 녹인 후 이를 전극 위에 떨어뜨린 후 용매를 증발 시키는 방법으로 센서를 형성한다. 전자코는 다양한 센서를 어레이로 만들어 각 센서들이 반응하는 패턴을 취하고자 하는 것이므로 다양한 반응을 하는 여러가지 센서를 조합하여야 하는데 이점을 고려하면 절연체와 전도체의 혼합물 가스센서가 이에 적합하다고 사료된다.

<11> 이하 도 1 및 도 2를 참조하여 종래기술에 의한 센서들을 설명한다.

<12> 도 1은 세라믹 기판(110) 위에 전극(120)을 형성한 후 센서 물질(130)인 용

매에 녹인 절연체와 전도체 혼합물을 떨어뜨리는 종래 기술에 의하여 제조된 센서 어레이의 사진이다. 도 1에 표현된 센서는 "M. L. Homer, M. G. Buehler, K. S. Manatt, F. Zee, J. Graf: Monitoring the air quality in a closed chamber using an electronic nose, in Proceedings of the 27th International Conference on Environmental systems, 14-17, July, 1997"에 기재되어 있다. 도 1에 표현된 기술에 의할 경우, 센서 물질(130)이 용매에 녹은 상태에서 기판(110) 위에 떨어지므로 널리 퍼지게 된다. 따라서 이 기술에 의하면 반응의 정도에 영향을 끼치는 두께가 조절될 수 없다는 문제점이 있다. 또한 센서 물질이 널리 퍼지므로 센서 물질을 컨트롤 할 수 없으며, 센서 어레이(array)가 작은 크기로 집적화 될 수 없다는 문제점이 있다.

<13> 도 2는 기판(210) 위에 전극(220)을 형성한 후 SU-8의 포토리지스트(photoresist)(230)를 이용하여 우물(240)을 형성하여 우물(240) 안에 센서 물질을 떨어뜨리는 다른 종래기술에 의하여 제조된 센서의 사진이다. 도 2에 표현된 센서는 "Frank Zee, Jack W. Judy: Micromachined polymer-based chemical gas sensor array, sensors and actuator B 72, 120-128, 2001"에 기재되어 있다. 도 2에 표현된 기술은 절연체와 전도체의 혼합물인 센서 물질을 전극(220) 위에 떨어뜨릴 때 퍼지지 않게 해줄 수 있다는 장점이 있다. 그러나 이 기술에 의하면 SU-8 포토리지스트(230)가 용매에 강하지 못하여 녹을 수 있다는 문제점과 온도변화에 따라 성질이 변화될 수 있다는 문제점이 있다.

<14> 절연체와 전도체의 혼합물이 센서 물질로 사용될 경우 절연체로서 폴리머(polymer)가 많이 사용되는데 폴리머의 경우 온도에 따라 그 특성의 변화가 매우 민감하다는 문제점을 가지고 있다. 따라서 절연체와 전도체의 혼합물이 센서 물질로 사용되는 센서의 경우 센서 물질의 온도를 유지시킬 수 있는 기능을 필요로 한다. 그러나 종래 기술에 의한 센서들의 경우에는, 센서 물질의 온도를 유지시킬 수 있는 기능이 없거나, 센서 물질의 온도를 유지시킬 수 있는 기

능이 있더라도 두꺼운 기판의 온도를 유지시켜야 하므로 많은 전력을 필요로 하여 휴대용으로 사용되기 어렵다는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<15> 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 소형화가 가능한 센서 및 그 제조방법을 제공하는데 있다.

<16> 또한, 본 발명의 과제는 용매에 강하고 온도 변화에 따라 성질이 변하지 아니하는 센서 및 그 제조방법을 제공하는데 있다.

<17> 또한 본 발명의 과제는 저전력으로 센서 물질의 온도를 유지시킬 수 있는 센서 및 그 제조방법을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<18> 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면은 우물이 형성된 반도체 기판에 있어서 상기 우물의 측벽은 절연처리되었으며 상기 우물의 바닥은 절연막을 구비한 멤브레인인 우물이 형성된 반도체 기판, 상기 우물의 내부에 위치하며 감지하고자 하는 물리량에 따라 전기적 특성이 변화하는 센서 물질, 상기 멤브레인에 위치하며 상기 센서 물질을 일정 온도로 유지하기 위한 가열기 및 상기 센서 물질과 접촉하여 상기 센서 물질의 전기적 특성을 측정하는 전극을 구비한 센서를 제공한다.

<19> 본 발명의 제 2 측면은 반도체 기판의 제 1 면에 전극을 형성하는 단계, 상기 반도체 기판의 제 1 면에 멤브레인에 해당하는 절연막을 형성하는 단계, 상기 반도체 기판의 제 1 면에 가열기를 형성하는 단계, 상기 반도체 기판의 제 2 면에서부터 상기 전극이 드러나도록 우물에

해당하는 부분을 제거하는 단계, 및 상기 우물의 내부에 센서 물질을 위치시키는 단계를 구비한 센서 제조 방법을 제공한다.

<20> 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.

그러나, 본 발명의 실시예들은 여러가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시예들로 인하여 한정되는 식으로 해석되어 저서는 안된다. 본 발명의 실시예들은 당업계에서 평균적 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 도면에서 막 또는 영역들의 크기 또는 두께는 명세서의 명확성을 위하여 과장된 것이다.

<21> 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 센서의 개략적인 구성도이다. 본 센서는 측벽은 절연처리되었으며 바닥은 멤브레인(330)인 우물(310)이 형성된 반도체 기판(320), 우물(310) 안에 위치한 센서 물질(340), 센서 물질(340)의 특성 변화를 측정할 수 있는 전극(350) 및 센서 물질(340)의 온도를 일정하게 유지하기 위한 가열기(360)로 구성되어 있다.

<22> 우물(310)이 형성된 반도체 기판(320)에서 우물(310)의 측벽은 절연처리 되었으며 우물(310)의 바닥은 절연막을 구비한 멤브레인(330)이다. 본 발명에서는 이와 같이 반도체 기판(320)을 사용하여 우물을 형성함으로써, 종래기술인 SU-8 포토리지스트를 사용하여 구현된 우물과 달리 용매에 강하며, 온도변화에 따라 그 성질이 변화하지 않는다는 장점이 있다.

<23> 멤브레인(330) 및 반도체 기판(320)의 측벽은 센서 물질(340)과 접하므로, 전극(350)을 통하여 센서 물질(340)로 유입된 전류가 멤브레인(330) 및 반도체 기판(320)으로 흐르지 아니하도록, 멤브레인(330)은 절연막을 구비하고, 반도체 기판(320)의 측벽은 절연 처리됨이 바람직하다. 또한 멤브레인(330)은 실리콘 질화막 및 실리콘 산화막의 이중막으로 구성됨이 바람직하다. 왜냐하면 이와 같이 이중막으로 구성된 멤브레인(330)은 실리콘 질화막 및 실리콘 산화

막의 응력(stress)을 상쇄시켜주므로, 실리콘 산화막만으로 또는 실리콘 질화막만으로 구성된 멤브레인에 비하여 안정적이기 때문이다.

<24> 센서 물질(340)은 감지하고자 하는 물리량에 따라 전기적 특성이 변화하는 물질을 의미한다. 감지하고자 하는 물리량은 액체성분, 빛 등일 수도 있으며, 전자코가 감지하고자 하는 물리량인 가스일 수도 있다. 센서 물질(340)은 일례로 절연체(insulator)와 전도체(conductor) 혼합물일 수 있다. 이 경우에는, 대부분의 절연체가 온도에 따라 특성이 크게 변하는 폴리머(polymer)이므로, 센서가 온도의 영향을 받는다는 문제점을 지니고 있다. 따라서 가열기(360)을 이용하여 센서 물질의 온도를 일정하게 유지할 필요가 있다.

<25> 전극(350)은 센서 물질(340)과 접촉하여 센서 물질(340)의 전기적 특성의 변화를 측정하는 기능을 수행한다. 전극의 패드(미도시)와 같이 전극의 일부가 반도체 기판 위에 있을 수 있으며, 이 경우에는 전극(350)과 반도체 기판(320) 사이에 절연막(미도시)을 추가적으로 구비하여야 한다.

<26> 가열기(360)는 센서가 외부의 온도에 영향을 받지 아니하도록 센서 물질(340)의 온도를 일정하게 유지시키는 역할을 한다. 본 발명에서는 가열기(360)를 멤브레임(330)에 위치시킴으로써, 센서 물질(340)에 쉽게 열을 전달할 수 있으며, 동시에 기판(320) 전체를 가열할 필요가 없어지므로 저전력으로 센서 물질(340)의 온도를 적절하게 유지할 수 있다는 장점이 있다.

<27> 전극(350) 또는 가열기(360)는 일례로 금(Au), 백금(Pt), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 은(Ag), TiN, 텅스텐(W), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir) 또는 실리콘(Si) 등의 금속 물질을 사용하여 구현할 수 있다. 또한 전극(350) 또는 가열기(360)는 다른 일례로 크롬(Cr) 또는 타이타늄(Ti)과 같은 금속 물질의 접착력(adhesion)을 증가시키는 물질 및 금속 물질을 사용하여 이중층으로 구현할 수 있다.

- <28> 도 3에 표현된 센서는 감지하고자 하는 물리량에 따라 센서 물질(340)의 전기적 특성이 변화하고, 변화된 전기적 특성이 전극(350)을 통하여 측정되어지는 방식으로 동작하여 물리량, 일례로 가스의 종류 등을 감지하는 기능을 수행한다. 가열기(360)는 센서 물질(340)의 온도를 일정하게 유지함으로써, 센서 물질(340)이 주변의 온도에 따라 전기적 특성이 변화하는 것을 방지하는 기능을 수행한다. 이 때 가열기를 멤브레인(330)에 위치시킴으로써, 센서 물질을 가열하기 위하여 두꺼운 반도체 기판을 가열하여야 하는 종래 기술과 달리, 센서 물질을 가열하기 위하여 얇은 멤브레인만을 가열하며 전도에 의한 열손실이 억제되어 저전력의 센서를 구현할 수 있다는 장점이 있다.
- <29> 도 4 및 5는 각각 본 발명의 제 1 실시예에 의한 센서를 어레이(array)로 구성한 경우의 개략적인 단면도 및 가열기가 위치한 면을 바라본 입면도이다.
- <30> 도 4에서, 센서의 어레이는 수 개의 단위 센서(470)로 구성되어 있으며, 각 단위 센서는 도 3에 표현된 센서와 동일하게 멤브레인(430)을 구비한 우물(410)이 형성된 반도체 기판(420), 센서 물질(440), 전극(450) 및 가열기(460)로 구성되어 있다.
- <31> 도 5는 상기 도 4에 표현된 센서의 어레이의 입면도로써, 도면부호 560은 단위 센서를 의미하며, 도면부호 510은 기판이 위치한 곳의 멤브레인, 도면부호 520은 우물이 위치한 곳의 멤브레인, 도면부호 530은 전극, 도면부호 540은 전극의 패드(pad), 도면부호 550은 가열기의 패드에 해당한다.
- <32> 도 4 및 5에 표현된 센서의 어레이는 각 단위 센서마다 센서 물질을 달리함으로써, 여러 종류의 물리량 일례로 여러 종류의 가스를 동시에 측정할 수 있는 장점이 있다.

- <33> 도 6 내지 15 는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 센서의 제조 방법의 순서를 설명하기 위한 단면도들이다..
- <34> 도 6을 참조하면, 먼저 기판(610) 위에 절연막(620)을 형성한다. 기판(610)은 양면 폴리싱(polishing)된 반도체 기판이 바람직하다. 반도체 기판(610)의 예로서, 실리콘 기판 또는 갈륨-비소(GaAs) 기판이 있다. 반도체 기판(610)인 경우 기판(610) 위에 바로 전극을 형성 시켜 주게 되면 기판(610)을 통해 전류가 흐르게 되므로 이를 막기 위해서 절연막(620)을 형성한다. 절연막(620)은 산화막을 성장 시키는 방법으로 만드는 것이 바람직하다. 예컨대 산화막의 두께는 100 nm로 형성될 수 있다.
- <35> 도 7a를 참조하면, 기판(610)의 일면에 위치한 절연막(620) 위에 금속 물질을 증착한 후 금속 물질을 패터닝(patterning)하여 전극(630) 및 전극의 패드(pad)(640)를 형성한다. 전극(630)과 전극의 패드(640)는 전기적으로 연결되어 있다. 사용될 수 있는 금속 물질은 예를 들면 금(Au) 뿐만 아니라 백금(Pt), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 은(Ag) TiN, 텅스텐(W), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir) 또는 실리콘(Si) 등이다. 금속 물질을 증착하기 이전에 절연막(620)과 금속 물질 간의 접착력(adhesion)을 증가시키는 물질을 증착할 수도 있다. 접착력을 증가시키는 물질은 예를 들면 크롬(Cr) 또는 타이타늄(Ti)이 있다. 접착력을 증가시키는 물질의 두께는 5 nm로, 금속 물질의 두께는 100 nm로 형성될 수 있다. 패터닝은 일레로 에칭 공정을 사용하여 이루어질 수도 있으며, 다른 일레로 리프트-오프(lift-off) 공정을 사용하여 이루어질 수도 있다. 전극(630)은 후속 공정에서 형성될 센서 물질의 전기적 특성 변화를 감지하는데 사용된다.
- <36> 한편, 도 7a를 참조하여 설명된 공정 단계들은 선택적으로 다음 공정으로 진행될 수 있다. 도 7b를 참조하면, 기판(610)의 일면에 위치한 절연막(620) 중에서 후속 공정에서 멤브레인(membrane)이 형성될 부분의 절연막을 제거한 후, 금속 물질을 증착한 후, 금속 물질을 패터

닝하여 전극(630) 및 전극의 패드(640)를 형성한다. 전극(630)과 전극의 패드(640)는 전기적으로 연결되어 있다. 절연막의 제거는 습식 식각을 이용하거나 건식 식각을 이용할 수도 있다. 도 7a에 의하여 공정을 진행하는 경우에는 후속 공정인 벌크 식각(bulk etching)을 진행한 후에 절연막을 제거하는 공정을 추가적으로 수행하여야 전극이 드러나지만, 도 7b에 의하여 공정을 진행할 경우에는 후속 공정인 벌크 식각(bulk etching)을 진행하면 전극이 드러나므로 절연막을 제거하는 공정을 생략할 수 있다는 특징이 있다.

<37> 도 8을 참조하면, 기판(610)의 일면상에 절연막을 증착한다. 절연막으로 실리콘 질화막(650)과 실리콘 산화막(660)을 증착함으로써 서로간의 응력(stress)을 상쇄 시켜줌이 바람직하다. 실리콘 질화막(650)과 실리콘 산화막(660)의 두께는 각각 1.5 μ m와 300nm로 형성될 수 있다.

<38> 도 9를 참조하면, 기판(610)의 일면에 위치한 실리콘 산화막(660) 위에 금속 물질을 증착한 후 금속 물질을 패터닝(patterning)하여 가열기(670) 및 가열기의 패드(680)를 형성한다. 가열기(670)와 가열기의 패드(680)는 전기적으로 연결되어 있다. 사용될 수 있는 금속 물질은 예를 들면 금(Au) 뿐만 아니라 백금(Pt), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 은(Ag) TiN, 텅스텐(W), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir) 또는 실리콘(Si) 등이다. 금속 물질을 증착하기 이전에 실리콘 산화막(660)과 금속 물질 간의 접착력(adhesion)을 증가시키는 물질을 증착할 수도 있다. 접착력을 증가시키는 물질은 예를 들면 크롬(Cr) 또는 타이타늄(Ti)이 있다. 접착력을 증가시키는 물질의 두께는 5 nm로, 금속 물질의 두께는 100 nm로 형성될 수 있다. 패터닝은 일례로 에칭 공정을 사용하여 이루어질 수도 있으며, 다른 일례로 리프트-오프(lift-off) 공정을 사용하여 이루어질 수도 있다.

- <39> 도 10을 참조하면, 가열기(670)를 외부의 물리적인 공격으로부터 보호하기 위하여 보호막(passivation layer)(690)을 형성한다. 보호막(690)은 일례로 두께가 100nm와 300nm 사이인 실리콘 산화막일 수 있다.
- <40> 도 11을 참조하면, 기판(610)의 타면에 벌크 식각의 식각 마스크로 사용될 물질(700)을 증착한다. 식각 마스크로 사용되는 물질(700)은 벌크 식각의 일종인 이방성 습식 식각(anisotropic wet etching)시 거의 식각되지 아니하는 실리콘 산화막이나 실리콘 질화막인 것이 바람직하다. 예컨대 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막의 두께는 대략 500 nm로 형성 가능하다.
- <41> 도 12를 참조하면, 식각 마스크로 사용되는 물질(700) 및 절연막(620) 중에서 우물을 형성하고자 하는 곳에 위치한 부분을 습식 식각이나 건식 식각을 이용하여 제거한다.
- <42> 도 13을 참조하면, 전극(630)과 가열기(670)에 전기적 연결을 하기 위하여 전극의 패드(pad)(640) 및 가열기의 패드(680)를 건식 식각을 통해 개방한다.
- <43> 도 14를 참조하면, 기판(610)을 벌크 식각하여 우물에 해당하는 부분의 기판을 제거하여 우물(710)을 형성한다. 실리콘 기판을 사용한 경우에는, 일례로 KOH 또는 TMAH(tri-methyl ammonium hydroxide)를 식각액(etchant)으로 사용하여 실리콘 기판을 이방성 습식 식각할 수 있다. 이때 형성된 우물(710)은 추후의 공정에서 전극 위에 떨어뜨리는 센서 물질이 퍼지는 것을 방지하는 기능과 일정한 두께의 센서물질을 재현성 있게 만들 수 있도록 하는 기능을 수행한다. 또한 우물(710)에 해당하는 부분의 기판이 완전히 제거됨으로써, 가열기(670)가 센서 물질을 가열할 때 열손실이 줄어들게 되므로, 가열기(670)가 저전력에서 동작할 수 있다. 도 7a 및 7b를 참조하여 설명된 선택적 공정 중에서 도 7a를 참조하여 설명된 공정을 수행한 경우에는, 기판(610) 중에서 우물(710)에 해당하는 부분의 기판을 제거하는 공정을 수행한 후에 절연

막(620) 중에서 멤브레인에 위치한 절연막을 제거하는 공정을 추가적으로 수행하여야 한다. 이에 반하여 도 7b를 참조하여 설명된 공정을 수행한 경우에는 기판(610) 중에서 우물(710)에 해당하는 부분의 기판을 제거하는 공정만을 수행하면 된다.

<44> 도 15를 참조하면, 우물의 측벽을 절연시킬 절연체(720)를 형성한 후, 센서 물질(730)을 전극(630) 위에 형성한다. 반도체 기판을 기판(610)으로 사용한 경우에는 센서 물질(730)에서부터 우물(710)의 측벽으로 전류가 흐르게 되므로 이를 방지할 수 있는 절연체(720)를 형성할 필요가 있다. 절연체(720)는 하드 마스크(hard mask) 공정을 사용하여 형성함이 바람직하다. 하드 마스크 공정은 우물(710)의 측벽에 대응하는 부분이 구멍난 하드 마스크를 기판의 타면과 접한 후 절연체를 증착함으로써, 절연체를 우물(710)의 측벽에만 선택적으로 증착하는 공정이다. 센서 물질(730)의 일례로 절연체와 전도체 혼합물 센서 물질이 있다.

<45> 도 16 및 도 17은 각각 실시예에 의하여 제조된 센서의 어레이의 일면 및 타면의 사진이다. 도면에 표현된 센서 어레이는 박막공정 및 마이크로 머시닝(micro machining) 공정이 모두 웨이퍼(wafer) 공정으로 진행이 되었으므로 대량생산이 가능하며 생산 비용을 낮출 수 있는 장점을 지니고 있다.

<46> 도 18은 실시예에 의하여 제조된 센서 어레이 칩의 일면의 사진이다. 도면에서 표현된 센서 어레이 칩은 32mm x 16mm의 크기로 소형화가 가능하며, 휴대용 배터리에 의하여 동작이 가능하다.

<47> 본 발명의 사상이나 범위로부터 이탈됨이 없이 본 발명의 다양한 변경이 가능해질 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 구현예에 대한 상기의 설명은 예시의 목적으로만 제공될 것이며, 첨부된 청구 범위 및, 그것의 등가물에 의해서 한정되는 본 발명을 제한하기 위한 목적을 위해서 제공되는 것은 아니다.

【발명의 효과】

- <48> 본 발명은 용매에 약하고 온도 변화에 따라 그 성질이 변화될 수 있는 SU-8 포토리지스트를 사용하지 아니하고 반도체 기판을 사용하여 우물을 형성함으로써 소형화되고 안정적이며 대량 생산이 가능한 센서를 구현할 수 있다는 장점이 있다.
- <49> 또한 본 발명은 가열기를 멤브레인에 위치시킴으로써 저전력으로 센서 물질의 온도를 유지할 수 있다는 장점이 있다.
- <50> 또한 본 발명은 센서를 웨이퍼 공정으로 대량 생산하는 것을 가능하게 함으로써, 생산 단가를 낮출 수 있다는 장점이 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

우물이 형성된 반도체 기판에 있어서, 상기 우물의 측벽은 절연처리되었으며 상기 우물의 바닥은 절연막을 구비한 멤브레인인 우물이 형성된 반도체 기판;

상기 우물의 내부에 위치하며 감지하고자 하는 물리량에 따라 전기적 특성이 변화하는 센서 물질;

상기 멤브레인에 위치하며 상기 센서 물질을 일정 온도로 유지하기 위한 가열기; 및

상기 센서 물질과 접촉하여 상기 센서 물질의 전기적 특성을 측정하는 전극을 구비한 것을 특징으로 하는 센서.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 반도체 기판과 상기 전극 사이에 절연막을 추가적으로 구비한 것을 특징으로 하는 센서.

【청구항 3】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 멤브레인은

실리콘 산화막 및 실리콘 질화막의 이중막으로 구성된 것을 특징으로 하는 센서.

【청구항 4】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 물리량은

액체성분, 빛 또는 가스인 것을 특징으로 하는 센서.

【청구항 5】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 센서 물질은

절연체와 전도체의 혼합물 센서 물질인 것을 특징으로 하는 센서.

【청구항 6】

반도체 기판의 일면에 전극을 형성하는 단계;

상기 반도체 기판의 일면에 멤브레인에 해당하는 절연막을 형성하는 단계;

상기 반도체 기판의 일면에 가열기를 형성하는 단계;

상기 반도체 기판의 타면에서부터 상기 전극이 드러나도록 우물에 해당하는 부분을 제거하는 단계; 및

상기 우물의 내부에 센서 물질을 위치시키는 단계를 구비한 것을 특징으로 하는 센서 제조 방법.

【청구항 7】

제 6 항에 있어서,

상기 전극을 형성하는 단계 이전에 절연막을 형성하는 단계를 추가적으로 구비한 것을 특징으로 하는 센서 제조 방법.

【청구항 8】

제 6 항에 있어서,

상기 가열기를 형성하는 단계 이후에 상기 가열기를 보호할 보호막을 형성하는 단계를 추가적으로 구비한 것을 특징으로 하는 센서 제조 방법.

【청구항 9】

제 6 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 우물에 해당하는 부분을 제거하는 단계는

상기 기관의 타면에 벌크 식각 마스크를 형성하는 단계,

상기 기관의 타면에서부터 상기 전극이 드러나도록 우물에 해당하는 부분을 제거하는 단계, 및

상기 우물의 측벽에 해당하는 부분을 절연 처리하는 단계를 구비한 것을 특징으로 하는 센서 제조 방법.

【청구항 10】

제 6 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 멤브레인을 형성하는 단계는

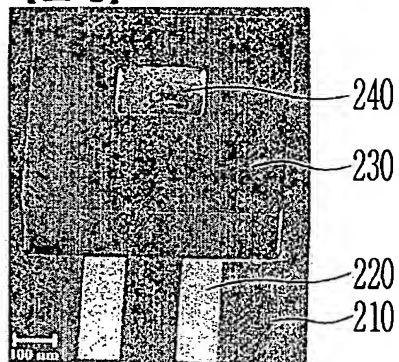
실리콘 질화막을 증착하는 단계 및 실리콘 산화막을 증착하는 단계를 구비한 것을 특징으로 하는 센서 제조 방법.

【도면】

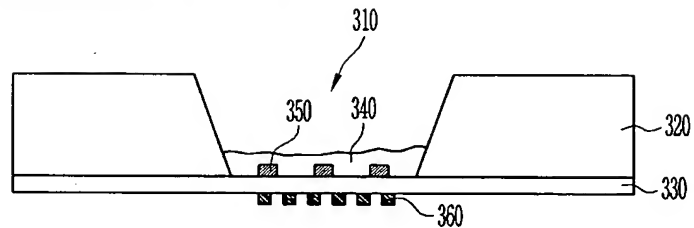
【도 1】



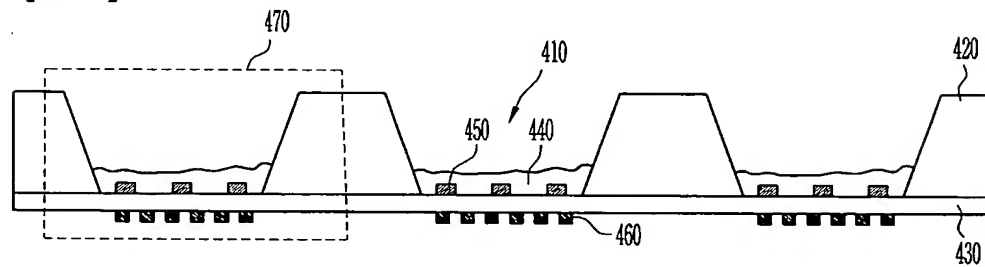
【도 2】



【도 3】

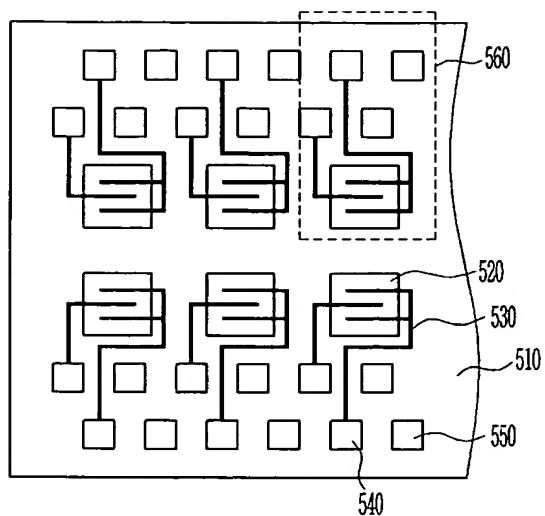


【도 4】

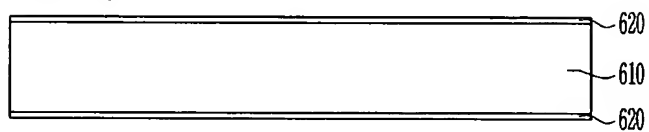




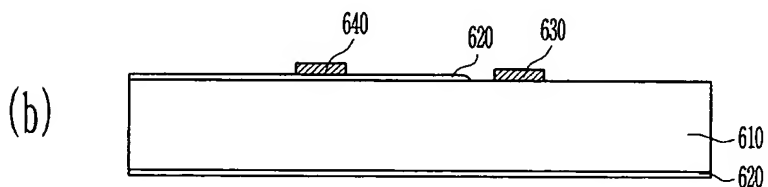
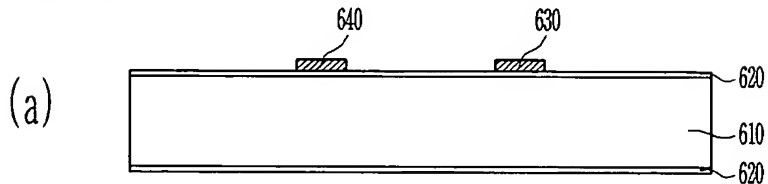
【도 5】



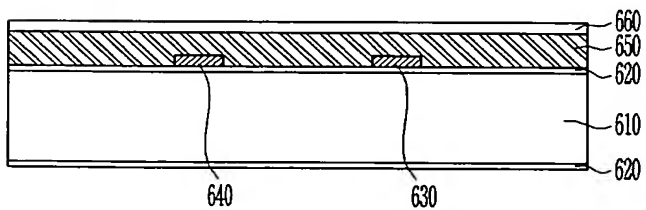
【도 6】



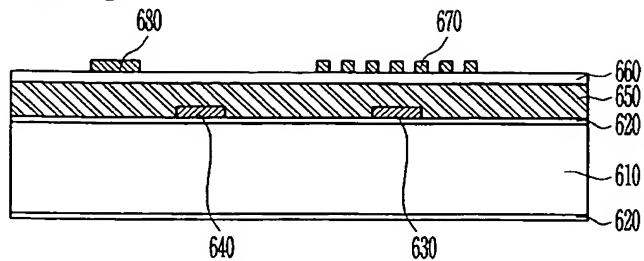
【도 7】



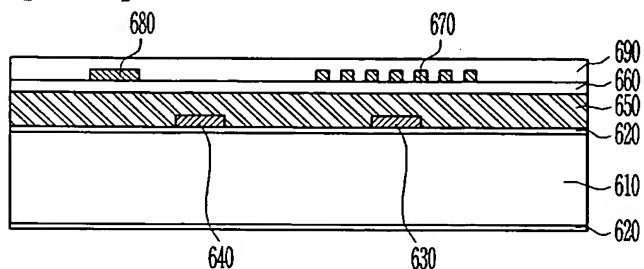
【도 8】



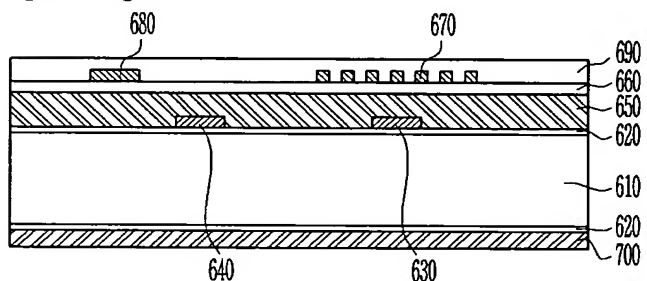
【도 9】



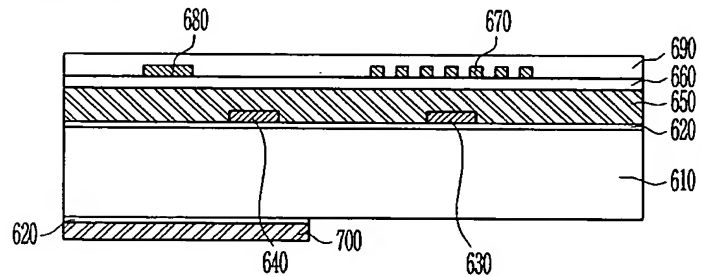
【도 10】



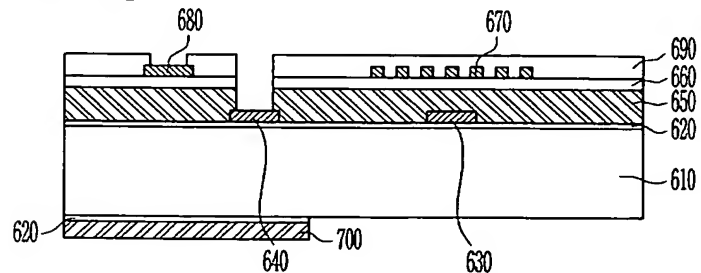
【도 11】



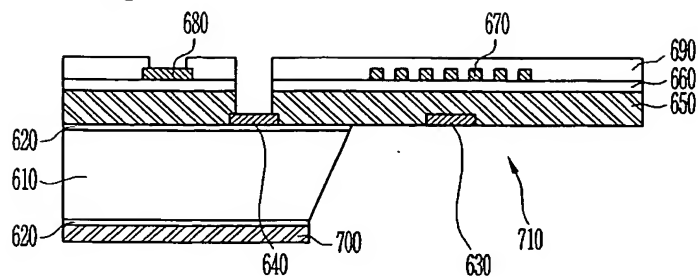
【도 12】



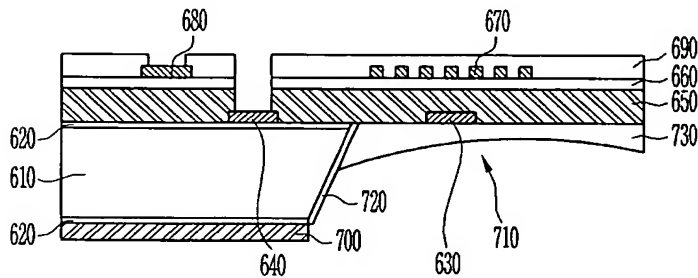
【도 13】



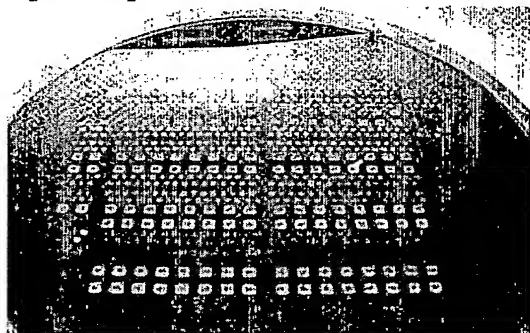
【도 14】



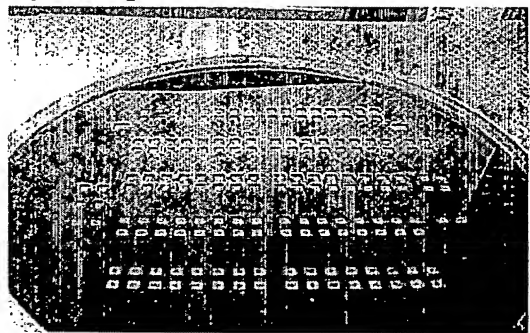
【도 15】



【도 16】



【도 17】



1020030062413

출력 일자: 2004/1/20

【도 18】

